

⑩ 日本国特許庁 (JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報 (A)

昭55—24262

⑬ Int. Cl.<sup>3</sup>  
F 16 H 19/04

識別記号

庁内整理番号  
6361—3J

⑭ 公開 昭和55年(1980)2月21日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑮ ラックピニオン歯車装置における2相ラック  
支持装置

⑯ 特 願 昭53—97753

⑰ 出 願 昭53(1978)8月10日

⑱ 発 明 者 アーサー・アーネスト・ビショ  
ップ  
オーストラリア国ニュー・サウ

⑲ 出 願 人 アーサー・アーネスト・ビショ  
ップ

オーストラリア国ニュー・サウ  
ス・ウェールズ・モスマン・バ  
ートン・ストリート17

⑳ 代 理 人 弁理士 浅村皓 外4名

明 細 書

1. 発明の名称

ラックピニオン歯車装置における2相ラック支  
持装置

2. 特許請求の範囲

第1及び第2の支持部材を有するラックピニ  
オン歯車装置における2相ラック支持装置にして、  
前記第1の支持部材はラックの歯面と実質的に反  
対側のラック面上に係合する/つ又はそれ以上の  
ところがり要素を有しており、前記第1の支持部材  
は小さな操縦力と関連する操縦歯車の第1の即ち  
通常の作動モードにおいてラックをしてピニオン  
と無間隙噛合いをさせるようにばねで押付けられ  
ており、第2の支持部材はラックの歯面と反対側  
のラック面上に係合するも通常は小さな所定の量  
の間隙を有するようにされた平面軸受表面と、前  
記所定の間隙量を変化させ得るようにした調節装  
置とを有しており、前記第1の支持部材とラック  
は大きな操縦力を受けた際にはピニオンから離れ、  
ラックが第2の支持部材上に係合するようにされ

ているラックピニオン歯車装置における2相ラッ  
ク支持装置。

3. 発明の詳細な説明

ラックピニオン式操縦装置は手動及び動力両型  
式の乗用車用操縦装置としてますます広く用いら  
れるようになってきている。何故ならばこのよう  
な操縦装置は構造が簡単で安価であり、又これ迄  
広く用いられてきた一体型循環ボールナット歯車  
装置にくらべて剛性に富んでおり、精度にすぐれ  
ているからである。例えば、ラックとピニオンの  
間にかた(間隙)の無い噛合い状態を得るために  
は通常、以下に説明するように歯車の作動時かな  
りの摩擦力が誘起されるにもかかわらずラックに  
はピニオンと反対側にラック用ばね式支持部材乃  
至案内部材を配設することが一般的であつた。

ラックとピニオンの間にかたがあると操縦車輪  
の運動が行なわれず、車両が悪路を走行する時に  
ラックラトルと呼ばれる振動発生の原因となる。  
支持部材上に作用するばね力は歯面の傾斜に帰因  
してラックピニオンの間に生ずる分離力に対抗し

BEST AVAILABLE COPY

来るだけでなく、車輪によつてタイロッドを経てラックの端部に加わる力のための分離力にも対抗出来る十分な大きさでなければならない。タイロッドからの分離力はサスペンションが極端に移動した際ラック軸に対してタイロッドが大きな角度を以つて傾斜した瞬間の衝撃力が発生した時に特に大きくなる。このような分離力が発生するのを防止するために過度に大きなばね荷重を用いて結果的に過大摩擦を生ずるのを防止するために通常普通の大きさのばね荷重を用い、大荷重が発生した時にはラック支持体が例えば0.1/3程度わずかな距離だけピニオンから離れられるようにすることが行なわれている。この分離運動によつて幾らか騒音が発生するが、分離量を小さくすることにより騒音は減少可能であり、通常騒音は時々発生しない。

手動操縦歯車においては36kg付近のばね荷重が用いられ、動力駆動歯車においては約18kgのばね荷重が用いられる。動力駆動式の場合は油圧装置がラック上の軸線力に対抗し歯面分離力を減

小さめるので分離力は小さなものとなる。

通常用いられるラック支持部材は平面軸受であり、前述の如きばね荷重を受けると、サスペンションを介してラック端部に作用する軸線力(23kg以下)により操縦輪が全く回転しなくなるような摩擦力が発生する。(動力操縦歯車の場合にはばね力が小さいのでラック支持装置の摩擦力は小さいが、ピストンロッドとラックのシールにおける摩擦力のため結果的には手動、動力両型式において約23kgの摩擦力が発生してしまう。)この場合の逆転効率は従つてゼロである。

この摩擦力の効果は操縦輪が真直に復帰する能力を低下させるということであり、実際道路の凸凹による振動がなければ前記復帰能力はゼロであり、特に道路が濡れていたり氷つていたりしてタイヤグリップ力が低い場合には道路「感」は不十分なものとなる。このような条件においてはラックの端部に作用する力が2.3〜4.5kg程度であればもう運転者はスクッドが開始したとの感触を得てしまうことになる。

他方、例えば1350kgの如き極端に大きな力がサスペンションを介してラックに加えられた時には、ラック支持部材の摩擦はわずかにしか増大せず、その結果この条件における操縦歯車の逆転効率は例えば70%から90%へと増大する。従つてこれらの条件においては望ましくない程度の衝撃力が運転者に伝達されてしまう。これらの大きな力は小さな範囲の力の500倍も大きなものであることに注目すべきである。

従来の構造のラック支持装置がこれらの2つの異なる条件下において作動される時の摩擦の効果は必要とされる効果に相反するものであり、従つてこの型式の操縦歯車装置の主たる欠点をなすことが明白であろう。

設計者によつては運転者に伝達される衝撃力を減少させるために操縦歯車をゴムブッシュ上に装着することがある。しかしながら、このような構造はラックピニオンの利点である操縦の精確さ及び剛性という特徴を失ふ結果となり、従つて望ましくない妥協策である。

小さな力の条件におけるラックピニオン操縦の「感触」を改善するために他の設計者はラック支持装置における平面軸受の代りにころがり軸受を用いることがある。このような構造においては効率が向上するとともにすべり力も減少することがねらいとされている。しかしながら、このような構造においては衝撃荷重の伝達が激しくなるという深刻な欠点が生ずる。平面軸受を単にころがり軸受で置換える方法の別の実際上の欠点はころがり軸受が路面からのショックに関連した大きな荷重を担持せねばならぬということである。ラック支持部材を装着するのに利用出来るスペース内においては、大きな衝撃力のため使用中に急激に劣化することのないような適当な容量のころがり軸受を配設することは困難である。

このような構造の例は米国特許第3,427,387号明細書に開示されており、該構造においてはラックの裏にばねで押付けられたローラ支持部材が設けられている。しかしながら、この構造は衝撃荷重を抑圧したり、高荷重に耐える十分大きな容

量の軸受を配設したりすることには失敗している。

本発明の目的は従来技術の前述の不具合を完全に実用的な方法で克服しているラック支持装置の構造を提供することである。

この目的は、1つ又はそれ以上のころがり要素を備えた2相ラック支持装置を設けることによつて達成されており、該要素は通常の小力作動モードにおいてはラックをピニオンと啮合させている。しかしながら、本ラック支持装置は又角度方向に傾斜した平面軸受表面をラックの両面と相対してかつ通常の作動モードにおいてはそれらの間にわずかな間隙を備えた状態で有している。この所定の間隙は0.05mm程度のものですることが出来、操縦歯車装置の組立時において調節セットすることが出来る。

ある所定の荷重において、前述のばね負荷ころがり要素はピニオンから離れるように移動し、その結果ラックは前述のわずかな間隙を食つて前記角度方向に傾斜した案内面上に係合することが出来る。かくて衝撃荷重作動モードにおいては平面

従つて高効率乃至低効率作動モードは、荷重が操縦軸を運転者が運転したためのものかあるいは道路ショック及びキャスト力から起因するものであるかによつて適用が区別されることが重要である。操縦歯車にこのような作動判別特性を付与するには幾つかの方策がある。

第1の方法は2つのモード間の効率差を増大するのに案内面を互により急傾斜に作り実際的にはV軸受を構成させる方法である。かくてラック及びピニオン歯車の所定の大きさの分離力に対して摩擦力を増大してやることが出来る。このような構造はもしラックがJ角形断面である場合には可能であり、そのような構造の例がオーストラリア国特許出願第PC4436/75(20338/76)号明細書に開示されているが、この発明の目的は最速の歯強度及びラック曲げ強度を得ることにある。前記明細書に記載されている如く、これらの目的を達成するためのJ角形ラック歯の機能についてはラックの案内面においてわずかに自由転動可能なることが基本条件である。本発明が

特開昭55-24262(3)

軸受が分離力を拒持することになる。

このように配設された操縦歯車の効率はころがり要素がラックを支持しているような軽荷重の場合には高いが、衝撃荷重下の如くラックがピニオンから離れて平面案内表面がラックを支持している時には著しく低下する。

前述の場合と同じく、ころがり要素がピニオンから離れてしまい荷重は、「ラックラトル」の如き振動を受けないように歯面間の傾斜(圧力角)から生ずる分離力に打勝つだけの十分な大きさになければならない。この荷重は一般的には約36kgである。

ころがり要素作動モードにおける効率は出来るだけ高く、平面案内作動モードにおける効率は低くなければならない。しかしながら、もしこの差が単に操縦歯車の負荷の大きさのみに依存するのであればこのような装置構造はいまだ不十分である。例えば、すえ切り時においては荷重は高いので効率は運転者の労力を減少させるために高くなければならない。

満足に作動するためには又ラックがわずかに自由転動可能なることが望ましい。このような条件が満足されない場合には實際上、本発明の満足な作動に極めて重要な通常モードにおけるラック上の平面案内面間に微細間隙を得るという特性を達成することが困難となろう。

本明細書の付図にはJ角形形貌のラックが例示されているが、本発明は転動を可能とする他のより慣用的ラック形状断面例えば丸歯を用いることも可能である。

第2に、分離力の大きさは歯面の圧力角を特に操縦がひんぱんに行なわれ、がた音の発生源になりやすい中心近くにおいて増大することにより増大させることが出来る。慣用的には20°の圧力角が用いられる。しかしながら、このような目的の歯型は例えばオーストラリア国特許第462,162号明細書に記載の如きペリアブルレシオ相互ラックピニオンシステムにおいて偶然用いられており、このシステムにおいては歯型中心は30°~35°の圧力角を有している。

第3に、力の起源が運転者かあるいはサスペンションからかによる効率を区別するという目的は部分的にはピニオン及びラックの歯面間のすべり作用により達成することが出来る。このことは歯の構造においてピニオンが完全なアテンダム作用を行ない、アテンダム作用を全く行なわない場合に特に当てはまる。歯面間のすべり乃至摩擦力ベクトルはラックがピニオンを駆動する時には分離力を増大させ、ピニオンがラックを駆動する時には分離力を減少させる傾向がある。

最後に、歯のらせん角及びピニオン軸線のラックに対する傾斜角を注意深く選択することにより効率を更に異ならせることが可能である。この現象はラック及びピニオン繰返し歯車の設計技術においては周知のことである。

かくて本発明は、第1及び第2の支持部材を有するラックピニオン歯車装置における2相ラック支持装置にして、前記第1の支持部材はラックの歯面と実質的に反対側のラック面上に係合する1つ又はそれ以上のところが要素を有しており、前

記第1の支持部材は小さな操縦力と関連する繰返し歯車の第1の即ち通常の作動モードにおいてラックをしてピニオンと無間隙噛合いをさせるようにばねで押付けられており、第2の支持部材はラックの歯面と反対側のラック面上に係合するも通常は小さな所定の量の間隙を有するようにされた平面軸受表面と、前記所定の量の間隙を変化させ得るようにした調節装置とを有しており、前記第1の支持部材とラックは大きな操縦力を受けた際にはピニオンから離れ、ラックが第2の支持部材上に係合するようにされているラックピニオン歯車装置における2相ラック支持装置を提供することを目的としている。

前記第1及び第2の支持部材の構造は、通常の小さな操縦力又は大きな力に関連した荷重を担持する一方、これら支持部材はピニオンの歯と噛合い際のラック歯のわずかな整合誤差乃至たわみの結果ラックがその軸線のまわりをわずかに回転するのを妨げないようになっているのが好ましい。

更には、第2の支持部材は互いに傾斜してセン

トされ、繰返し歯車が大きな力を受けて作動している時にラックの摩擦力を増大させるくさび効果が得られるように配設された平面軸受表面を備えているのが好ましい。

本発明の特性を良好に理解するために以下付図を参照して本発明の好ましい実施例を例示の意味で説明する。

第1図について言及すると、繰返し輪を担持している繰返しシャフト1はユニバーサルジョイント3を介してピニオン2を駆動している。ピニオン2が回転するとラック4、タイロッド7及び繰返し腕8が横方向に移動して繰返し軸線10のまわりで左右輪9の繰返し運動が行なわれる。ラック4は軸受5及びラック支持体6内を滑動しており、両者は車のフレームに装着されたハウジングによつて担持されている。この図では簡明のため省略されているハウジングが又ピニオン2のための軸受を担持している。

第1図は車両の正面を眺めた図であり、車輪9が上下方向の懸架移動を行なうとタイロッド7は

上が11、下が12で示される極限位置へと屈曲する。通常は一塊片として作られているラック支持体6はばね13により上向きに押付けられており、かくてラックは通常の作動においてピニオン2と無間隙の状態で噛合している。

もし図中左側のタイロッドが位置11にあり、同時に圧縮力を受けているが、又は位置12にあり引張り力を受けているとすれば、ラック支持体はばね13の反力に打勝つて下向きに移動してラック4とピニオン2は分離させられる。

タイロッド7は車両の通常の車高において実質的に水平であり従つてラック4と同軸をなし、タイロッドがそのような分離作用を行なう傾向が殆んど無いように配設されている。

第2図及び第3図は2層ラック支持体の好ましい構造を示しているがこれらの図においてはラック支持体はラック4の各側において2つの軸受支持体14と該支持体14間におけるローラ支持構造物15とを有するように構成されている。

ローラ構造支持体15は折り曲げられた帯金キ

チャリッジ16を有しており、該チャリッジはニードル軸受19上に2つのローラ18を装着している2本のピン17を担持している。

チャリッジ16は1つ又はそれ以上のリーフばね20によつて上向きに押付けられており、かくてラック4をピニオン2に緊密に押付けている。

ピニオン2はハウジング22内の軸受21上に担持されており、かつらせんピニオンにより生ずる軸線方向力に対抗する図示せぬ付加的スラスト軸受により担持されている。

ラック支持体14はハウジング22内に密着しており、操縦歯車の組立における垂直方向の位置調節はシム23を選択してラックと支持体との間隙(25で示す)が約0.08mmになるようにすることで行なわれている。

リーフばね20はローラ18とラック4との間に約36kgの力が加わるように設計されている。符号26で示されるピニオンのフランクと符号27で示される歯の傾斜フランクとの噛合い力はラックをピニオンから離そうとするベクトルを生

ずる。前述せる如く、この力はばね20をたわませてラックがローラ18上を自由に移動させ得るようにするには一般的に不十分である。もしわずかな側方力が生じてラックと平面軸受支持体14の軸受表面とが接触したとしても、この接触は一方の表面においてのみ生ずるのであつて同時に両表面で接触することはない。しかしながら、タイロッドが11又は12の如く傾斜し、同時に大きな圧縮又は引張り荷重がタイロッドに作用した時にはばね20がたわんでラックはばね20を押圧しながら下向きに駆動され、かくて平面軸受支持体14上に担持されることになる。

例示された構造においてラック4は切頭頂部を有する2等辺3角形状の断面を有している。これらの切頭表面はカーブしており、その3角形中心まわりの曲率中心は28に存在する。ラック支持体14の断表面はわずかに凸状になつており、典型的には例えば28に曲率中心を有している。これら軸受表面の形状により、ピニオン4との噛合い状況の変動のため発生するラックの軸線27

のまわりの転動運動が発生しても25における微小間隙は乱されることはなく、又はラックがそのローラ支持体上で自由に往復運動することが妨げられることもない。

ラックが支持体14の表面上に乗上げた時の高荷重状態においてはくさび効果が得られる。何故ならば支持体表面が互いに傾斜しており、従つて摩擦力が増大するからである。このくさび効果により、現行の如くラック支持体14の近接する軸受表面間角度が大きい場合にくらべて運転者に伝達される力はより少なくなる。

第4図及び第5図は2層ラック支持体の別の構造を示しており、この構造においてはローラはラック各側の相対する表面に係合している。この構造においては平面ラック支持体30は好ましくは一体構造であり、前述のラック支持体14と同様にラックの各側において係合している。しかしながらこの場合ローラ支持体31はラック中心線の各側に1個宛配設されており、ラック支持体はローラ支持体を符号32における作動間隙を以つて

特開昭55-24262(5)

ずる。前述せる如く、この力はばね20をたわませてラックがローラ18上を自由に移動させ得るようにするには一般的に不十分である。もしわずかな側方力が生じてラックと平面軸受支持体14の軸受表面とが接触したとしても、この接触は一方の表面においてのみ生ずるのであつて同時に両表面で接触することはない。しかしながら、タイロッドが11又は12の如く傾斜し、同時に大きな圧縮又は引張り荷重がタイロッドに作用した時にはばね20がたわんでラックはばね20を押圧しながら下向きに駆動され、かくて平面軸受支持体14上に担持されることになる。

例示された構造においてラック4は切頭頂部を有する2等辺3角形状の断面を有している。これらの切頭表面はカーブしており、その3角形中心まわりの曲率中心は28に存在する。ラック支持体14の断表面はわずかに凸状になつており、典型的には例えば28に曲率中心を有している。これら軸受表面の形状により、ピニオン4との噛合い状況の変動のため発生するラックの軸線27

収納するため凹みを付けられている。従つてラック支持体30の軸受表面は符号33に示す如き4つの別個のランドを有している。

ローラ31は前述のものと同様にニードル軸受34上に軸支されているが、この場合には下端が平面支持体30内に剛体的に固定されている片持ち梁乃至軸35によつて担持されている。これらの軸はその全長の一部が38のように長方形状に減少しており可撓性が増大している。図示の構造においては、軸35の剛体的固定作用は軸がおさまる支持体30内の穴を正確に穴明けし、符号37において各々が接するよう前記穴を面取りし、各軸をその断面積が減少する肩上において係合するセットねじ38により固定することにより達成することが出来る。他の固定方法を用いることも可能である。

軸35はそれらが通常の図示の如き作動位置にある時、それらは自由位置からたわんで、37で示されるローラ軸受中心は自由位置において位置38を占める。装着された状態において、軸35

は各ローラが例えば36kgの如き予め設定された力をラックの側面に加えるような釣合い状態にある。この垂直力の上向き成分は互いに60°だけ傾いた側面を有する3角形ラックの場合18kgであり、2つのローラの合計上向き力はやはり36kgである。

この構造の場合にも、通常の作動位置において平面支持表面33とラックとの間には第VI図に例示した如く約0.08mmの微小間隙が存在することが望ましい。この微小間隙は操縦歯車の組立の際ナット39を調節して平面ラック支持体をローラ支持体とともに必要に応じて上下方向に移動させることにより設定することが出来る。ナット39の位置をロックするために適當な装置(図示せず)が設けられている。

この場合もやはりラック4はその軸線のまわりをわずかに転回出来るようになつてゐるのが望ましく、この目的のためにラック支持体30の表面は例えば40の如き中心のまわりで精密に仕上げられている。ローラ31は図示の如く同一目的の

ためにわずかにクラウンを設けられている。

これ迄の点に関してはこの別のラック支持体の作動は前述の構造のラック支持体の作動と実質的に同一である。しかしながら、ローラ15は何らの調心作用をもたさなかつたのに対して、ローラ31はラックをして支持体30内の間隙内に調心させる作用を有している。このような構造は例えばピニオン2が急角度のらせん歯形を有し、結果的にラック上に大きな側方力が作用する場合に有利である。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は車両に装着されたラック及びピニオン操縦歯車の一般的特性を示す概略図であるが、ハウジング及び支持構造体は除去されており、同図は車両の正面から眺めた図である。

第2図はピニオンが第1図の矢印Xによつて示される方向に交差するラックの長手方向軸線に沿う部分断面図、

第3図は第2図の線A-Aに沿つて眺めた断面図、

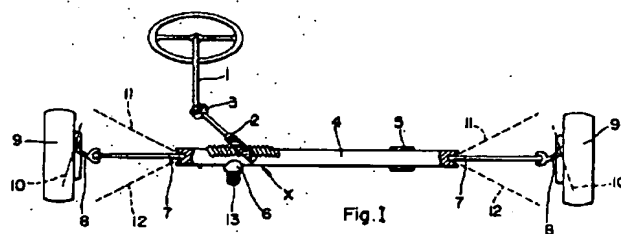
第4図はやはり第1図のX方向に眺めた別の実施例の部分的断面図、

第5図は第4図の線A-Aに沿つて眺めた断面図、

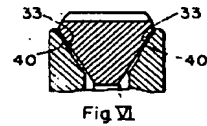
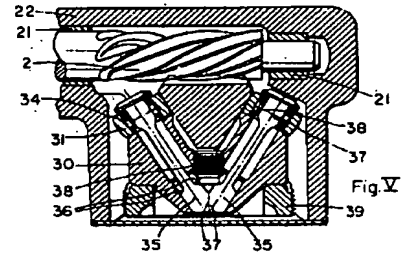
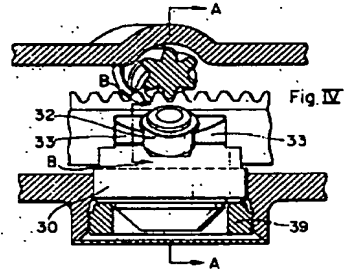
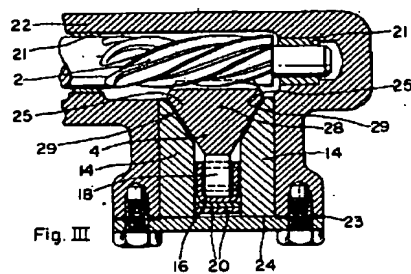
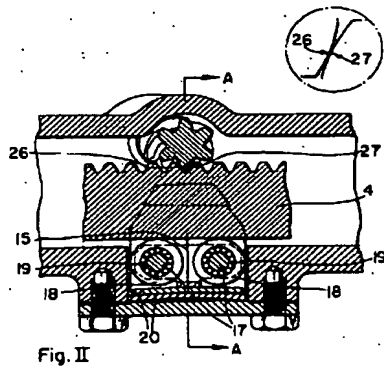
第6図は第4図の線B-Bに沿つて眺めた部分的断面図である。

- |             |          |
|-------------|----------|
| 18 : ころがり要素 | 4 : ラック  |
| 14 : 平面軸受表面 | 2 : ピニオン |

図面の浄書(内容に変更なし)



代理人 浅 村 皓  
外 4 名



## 手続補正書(方式)

昭和55年11月16日

特許庁長官殿

### 1. 事件の表示

昭和53年特許願第97753号

### 2. 発明の名称

ラッフ・ビニオン・歯車装置におけるスラックラッフ  
支持装置

### 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所

(氏名) アーサー・アーネスト・ビンヤツ

### 4. 代理人

住所

〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号

新大井ビルディング331

電話 (211) 3651 (代表)

氏名

(6669) 浅村 皓

### 5. 補正命令の日付

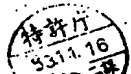
昭和53年10月31日

### 6. 補正により増加する発明の数

### 7. 補正の対象

図面(図1) (内容に変更なし)

### 8. 補正の内容 別紙のとおり



特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 53 年特許願第 97753 号(特開 昭 55-24262 号, 昭和 55 年 2 月 21 日 発行 公開特許公報 55-243 号掲載)については特許法第17条の2の規定による補正があったので下記のとおり掲載する。 5 ( 2 )

Int. Cl. 1	識別記号	庁内整理番号
F16H 19/04		7812-3]

手 続 補 正 書

昭和 59 年 11 月 2 日

特許庁長官殿

1. 事件の表示

昭和 53 年特許願第 97753 号

2. 発明の名称

ラックピニオン歯車装置における  
2相ラック支持装置

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住 所  
氏 名

アーサー アーネスト ピンヨツブ

4. 代 理 人

住 所

〒100 東京都千代田区大手町二丁目2番1号  
新 大 手 町 ビ ル 3 3 1  
電 話 (211) 3 6 5 1 (代 表)

氏 名

(6669) 浅 村 皓



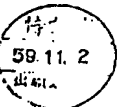
5. 補正命令の日付

昭和 年 月 日

6. 補正により増加する発明の数

7. 補正の対象

明細書の発明の詳細な説明の欄  
図面の簡単な説明の欄



8. 補正の内容 別紙のとおり

9. 添付書類の目録 同時に出願審査請求書を提出してあります。

(1) 明細書において、

第2頁第20行の「ラックピニオン」を「ラックとピニオン」とに訂正する。

第3頁第17行の「手動操縦歯車」を「手動操作式操縦装置」に、第18行の「動力駆動歯車」を「動力取動式操縦装置」に、それぞれ訂正する。

第4頁第6行の「動力操作歯車」を「動力取動式操縦装置」に訂正する。

第5頁第1行の「~~車~~」を「~~車~~」に、第4行及び第16行の「歯車」をそれぞれ「装置」に、それぞれ訂正し、第13行の「歯車」を削除する。

第6頁第11行の「担持」を「支承」に訂正する。

第7頁第18行の「食つて」を「なくし」に訂正する。

第8頁第2行及び第16行の「歯車」をそれぞれ「装置」に訂正する。

第9頁第5行の「歯車」を「装置」に訂正す

る。

第16頁第2行の「19」を「18」に訂正し、第17行の「断表面」を「断面で見た表面」に訂正する。

第19頁第10行の「歯車」を「装置」に訂正する。

第20頁第4行の「15」を「18」に、第13行の「歯車」を「装置」に、それぞれ訂正する。



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**